



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 24 200 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**E 21 B 44/00**  
F 16 L 1/028

⑳ Aktenzeichen: 199 24 200.3  
㉔ Anmeldetag: 27. 5. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 30. 11. 2000

**DE 199 24 200 A 1**

⑦① Anmelder:  
Tracto-Technik Paul Schmidt Spezialmaschinen KG,  
57368 Lennestadt, DE

⑦④ Vertreter:  
König · Palgen · Schumacher · Kluin, 40239  
Düsseldorf

⑦② Erfinder:  
Schauerte, Manfred, Dipl.-Ing., 57392  
Schmallenberg, DE; Zerbs, Klaus, Dipl.-Ing., 57392  
Schmallenberg, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 196 32 401 A1  
DE 44 37 411 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Drehzahl-Vorschubregelung

⑤⑦ Ein automatisches Steuerungssystem für eine Bohrvorrichtung zum Erzeugen von horizontalen Erdbohrungen optimiert den Bohrvortrieb und vermeidet mechanische Beschädigungen der Bohrvorrichtung im Falle des Festsetzens des Bohr- oder Aufweitwerkzeuges.

**DE 199 24 200 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum automatischen Steuern einer zum Erzeugen horizontaler Erdbohrungen bestimmten Bohrvorrichtung.

Die Bohrgestänge einer im Erdreich eingesetzten Bohrvorrichtung sind hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Dies gilt vor allem, wenn das Gestänge mit einer großen Vortriebsgeschwindigkeit durch eine sich unter Umständen ständig ändernde Bodenbeschaffenheit bewegt wird. Bei einer Überlastung der Gestänge können demnach mechanische Beschädigungen oder Verwindungen auftreten, deren Behebung erhebliche Kosten verursachen können.

Des weiteren setzt ein Bohren in einer vorgegebenen Richtung ohne unerwünschte Richtungsänderungen voraus, daß der Bohrkopf in permanenter, möglichst konstanter Rotation gehalten wird. Die Vortriebsgeschwindigkeit soll dabei möglichst hoch sein. Dies ist insbesondere bei ungleichmäßiger Bodenbeschaffenheit schwer zu realisieren.

Zum Erzeugen von Erdbohrungen bedarf es in der Regel einer Bedienung durch zwei Personen in räumlicher Entfernung:

Eine Person befindet sich am Bedienpult in örtlicher Nähe zur Schub- oder Zugeinrichtung zur Steuerung beispielsweise des Vorschubs und der Drehung des Antriebs, während eine andere die Bewegungen des Bohrkopfes über der Bohrung mittels eines Ortungsgerätes verfolgt und die Daten an die erste Person weitergibt, die die Steuerung der Anlage über das Bedienpult modifizieren kann.

Die Drehzahl des Bohrkopfes wird üblicherweise mittels einer manuellen Hydrauliksteuerung am Bedienpult versucht weitgehend konstant zu halten.

Dazu werden vom Bediener manuell die Vortriebsgeschwindigkeit und die Drehzahl über die Bedienung zweier Hebel aufeinander abgestimmt: Fällt die Drehzahl über einen vom Bediener festgelegten Wert ab, wird dieser die Vortriebsgeschwindigkeit zurücknehmen; steigt die Drehzahl dagegen an, kann auch die Vortriebsgeschwindigkeit erhöht werden. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil der großen Störanfälligkeit und der geringen Präzision, da die Ergebnisse in erster Linie von Erfahrungen des Bedieners abhängen und Fehlbedienungen nicht auszuschließen sind.

Die deutsche Offenlegungsschrift 197 08 997 beschreibt ein hydraulisches Steuerungsverfahren der Vorschubgeschwindigkeit einer Erdbohranlage in Abhängigkeit vom Drehmoment, das eine mechanische Überlastung des Gestänges verhindern und eine den Umständen angepaßte optimierte Vorschubgeschwindigkeit gewährleisten soll. Dazu wird die Menge des dem Antrieb zugeleiteten Druckmittels über ein Steuerventil in Abhängigkeit des in der Druckleitung des Drehantriebs auftretenden Drucks geregelt. Dem Steuereingang des Ventils liegt dabei eine dem Drehmoment des Drehantriebs proportionale Steuergröße an. Steigt das Drehmoment des Drehantriebs durch erhöhten Widerstand im Erdreich an, baut sich ein erhöhter Druck in der Druckmittelzuleitung auf, dieser wird als Signal an das Steuerventil weitergeleitet, das dann die Verminderung der Vortriebsgeschwindigkeit initiiert.

Übersteigt der Druck in der Druckmittelleitung einen definierten Wert, schaltet das Steuerventil ab, so daß als Folge sowohl die Drehung des Bohrkopfes als auch der Vorschub zum Stillstand kommen. Das System muß dann manuell zurückgefahren, neu positioniert und wiederum manuell an das Bohrloch herangefahren werden. Dies birgt den Nachteil des jeweils manuellen zeitaufwendigen erneuten Anfahrens und Ausrichtens der Bohrvorrichtung.

Diese Vorrichtung hat den weiteren Nachteil, daß sie nicht für alle beim Erdbohren vorkommenden Gegebenheiten

ten eine geeignete Steuerung darstellt.

Trifft der Bohrkopf beispielsweise auf ein hartes Hindernis, wird sich der Druck nicht schnell genug erhöhen, um über einen Anstieg in der Druckmittelleitung die Vortriebsgeschwindigkeit zu reduzieren und ein Stauchen des Bohrgestänges zu verhindern. Die zeitliche Verzögerung zwischen der Veränderung des Drehantriebs und der durch das Drehmoment gesteuerten Veränderung der Vortriebsgeschwindigkeit bewirkt also in bestimmten Fällen doch eine mechanische Beschädigung des Bohrgestänges, deren Vermeidung eine der wesentlichen Aufgaben des Steuerungsverfahrens darstellt.

Die Vorrichtung versucht, diesem Nachteil zu begegnen, indem die Vortriebsgeschwindigkeit zusätzlich in analoger Weise über die Vorschubkraft geregelt sein kann, indem der Steuereingang des Ventils gleichzeitig über ein Wechselventil an die Druckseite der Vorschubkraft angeschlossen ist. Dies birgt allerdings den weiteren Nachteil eines zusätzlichen baulichen Aufwandes.

Ein weiterer Nachteil dieser Vorrichtung besteht darin, daß die Steuerung unmittelbar mit dem Hydraulikkreislauf der gesamten Bohranlage in Verbindung steht. Ändert sich der Druck an nur einer Stelle des Gesamtsystems, beispielsweise durch Verschmutzungen oder Leckagen, wird sich dies unmittelbar auch auf die Steuerung des Drehantriebs auswirken, ohne daß dies im Einzelfall gewünscht oder beabsichtigt ist. Diese, nicht von dem gesamten Hydraulikkreislauf funktionell getrennte hydraulische Steuerung ist daher störanfällig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum automatischen Steuern einer Bohrvorrichtung zur Verfügung zu stellen, die die vorgenannten Nachteile vermeidet.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Dabei kann das Verfahren auf einer Steuerung in Abhängigkeit von der Drehzahl des Bohrkopfes basieren. Die Drehzahl des Bohrkopfes kann über ein Stellglied vorgegeben werden. Dies kann manuell oder elektronisch, beispielsweise über ein Potentiometer oder einen Joystick, erfolgen und den besonderen Gegebenheiten der jeweiligen Bohrsituation angepaßt sein. Ein Drehzahlsensor mißt die tatsächliche Drehzahl und gibt den Wert an eine Elektronik weiter, die einen Soll-/Istwertvergleich durchführt. Entsprechend dem Ergebnis wird die Vorschubgeschwindigkeit des Bohrkopfes geregelt, d. h. erhöht oder vermindert. Die Änderung der Vorschubgeschwindigkeit hat eine Änderung der Vorschubkraft zur Folge, die sich wiederum über das Bremsmoment im Erdreich auf die Drehzahl des Bohrkopfes auswirkt.

Verändert sich beispielsweise die Bodenbeschaffenheit derart, daß die Drehzahl des Bohrkopfes abnimmt, kann der Drehzahlsensor dies an die Elektronik weitergeben. Die Geschwindigkeit des Vortriebs, und damit die Vorschubkraft, wird reduziert, so daß die Drehzahl wieder ansteigt.

So kann die Drehzahl des Bohrkopfes weitgehend konstant gehalten werden.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung liegt darin, daß die Drehzahl eine Meßgröße darstellt, die im Gegensatz zum Drehmoment unmittelbar und direkt die Rotation des Bohrkopfes angibt. Eine zeitliche Verzögerung zwischen dem Verlangsamten oder Festhalten des Bohrkopfes und einer Verringerung des Vorschubs, die die Gefahr einer mechanischen Beschädigung der Bohranlage in sich birgt, ist demnach weitgehend ausgeschlossen. Das Steuerungssystem auf der Basis der Drehzahlmessung ist besonders feinfühlig.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels des näheren

erläutert.

Die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung eingesetzte elektronische Steuerung besteht aus einer Elektronik 1, die mit einem Wegeventil 2 verbunden ist. Das Wegeventil 2 ist über Hydraulikleitungen 10 mit einer Hydraulikpumpe 3 einerseits und einem hydraulischen Antrieb 4 für den Vorschub eines Bohrschlittens 6 andererseits verbunden. Über einen zweiten Hydraulikkreislauf 20 – oder ebenfalls über den Hydraulikkreislauf 10 – mit einem Wegeventil 5 ist der Antrieb des Bohrschlittens 6 zur Drehung des Bohrgestänges 7 verbunden. Die Drehung des Gestänges 7 kann von der Elektronik 1 über einen Sensor 8 am Bohrgestänge 7 abgegriffen werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren werden wie folgt eingesetzt: Zunächst wird über ein Stellglied 21 die gewünschte Drehzahl in Abhängigkeit von bestimmten Bohrparametern eingestellt. Dabei ist im wesentlichen der Durchmesser des Werkzeugs und die Beschaffenheit des Erdreichs und beim Einziehen von Rohren die Rohrgröße maßgebend. Eine Elektronik sieht eine Funktion vor, die es erlaubt, neben der erfindungsgemäßen Regelung der Drehzahl des Bohrkopfes auch ein Richtungsbohren durch Aussetzen der Rotation unter Verwendung entsprechender Richtungsbohrköpfe zu bewirken, ohne daß sich dies auf die Regelung des Vorschubs auswirkt.

Über den Sensor 8 wird die Ist-Rotation des Gestänges 7 kontinuierlich ermittelt und protokolliert. Sobald die Rotation des Gestänges 7 den vorgegebenen Soll-Wert überschreitet, wird die Schubkraft am Antrieb 4 erhöht, so daß die Bremsmomente im Erdreich zu einer Verlangsamung der Rotation führen. Sobald sich die Drehzahl des Gestänges 7 unter einen bestimmten Soll-Wert absenkt, wird der Vorschub des Bohrschlittens 6 über den Antrieb 4 von der Elektronik 1 verringert, eingestellt oder umgekehrt. Die Drehung des Gestänges 7 oder des Bohrkopfes kann auch über einen Drucksensor erfaßt werden, der den Antriebsdruck der Hydraulik ermittelt. Vorzugsweise wird Bentonitdruck und damit die am Bohrkopf austretende Bentonitmenge ebenfalls in Abhängigkeit von der Rotation und/oder des Vorschubs geregelt.

Auf diese Weise läßt sich ein optimierter Bohrvorgang erreichen und eine Beschädigung des Werkzeugs oder des Gestänges durch Drehmomente ausschließen.

Die verwendeten Antriebe können sowohl mit Konstant- und/oder Verstellpumpen und Wegeventilen als auch mit Verstellpumpen und/oder Verstellmotoren im geschlossenen Kreislauf erfolgen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Steuern einer Bohrvorrichtung zum Herstellen horizontaler Erdbohrungen oder Ersetzen, Zerstören oder Erneuern erdverlegter Rohrleitungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drehung des Bohr- oder Aufweitwerkzeugs oder des Bohrgestänges (7) oder des einzuziehenden Rohres ermittelt wird, der Vorschub mit dem ermittelten Wert so geregelt wird, daß die Drehzahl des Bohr- oder Aufweitwerkzeugs im wesentlichen konstant bleibt und der Vorschub der Bohrvorrichtung (6) verringert, eingestellt oder umgekehrt wird, wenn die Drehung des Bohr- oder Aufweitwerkzeugs oder des Gestänges (7) oder des einzuziehenden Rohres unter einen bestimmten Soll-Wert absinkt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Unterschreiten einer Mindestdrehzahl oder Aussetzen der Drehung des Bohrgestänges oder des einzuziehenden Rohres oder des Bohr- oder Aufweit-

werkzeugs über einen Drehzahlsensor erfaßt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Unterschreiten einer Mindestdrehzahl oder Aussetzen der Drehung des Bohrgestänges (7) oder des einzuziehenden Rohres oder des Bohr- oder Aufweitwerkzeugs über einen Drucksensor erfaßt wird, der den Antriebsdruck der Hydraulik ermittelt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bentonitzufuhr in Abhängigkeit von der Drehzahl und oder dem Vorschub geregelt wird.

5. Verfahren zum automatischen Steuern einer Bohrvorrichtung zum Herstellen horizontaler Erdbohrungen oder Ersetzen, Zerstören oder Erneuern erdverlegter Rohrleitungen, dadurch gekennzeichnet, daß das Bohr- oder Aufweitwerkzeug bei Unterschreiten einer Mindestdrehzahl oder Aussetzen der Drehung des Bohrgestänges oder des einzuziehenden Rohres oder des Bohr- oder Aufweitwerkzeugs zurückgezogen wird, bis eine gewünschte Drehzahl wieder erreicht wird.

6. Vorrichtung zum automatischen Steuern einer Bohrvorrichtung zum Erzeugen von Erdbohrungen, gekennzeichnet durch einen Sensor (8) zum Ermitteln der Drehzahl des Bohrgestänges oder des einzuziehenden Rohres oder des Bohr- oder Aufweitwerkzeugs und eine Elektronik (1) zur Regelung der Vorschubgeschwindigkeit der Bohrvorrichtung in Abhängigkeit von der Drehzahl des Bohrgestänges (7) oder des einzuziehenden Rohres oder des Bohr- oder Aufweitwerkzeugs.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

